

Toxicidade de compostos sintéticos e naturais sobre *Tetranychus urticae* e o predador *Phytoseiulus macropilis*

Bruce Veronez⁽¹⁾, Mário Eidi Sato⁽¹⁾ e Roberto Lomba Nicastro⁽²⁾

⁽¹⁾Instituto Biológico, Centro Experimental Central, Laboratório de Acarologia, Rodovia Heitor Penteado, Km 3, CEP 13094-430 Campinas, SP. E-mail: bruce_veronez@yahoo.com.br, mesato@biologico.sp.gov.br ⁽²⁾Universidade de São Paulo, Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Laboratório de Radiobiologia e Ambiente, Avenida Centenário, nº 303, CEP 13400-970 Piracicaba, SP. E-mail: lombanicastro@yahoo.com.br

Resumo – O objetivo deste trabalho foi avaliar a toxicidade de compostos sintéticos e naturais sobre *Tetranychus urticae* e o predador *Phytoseiulus macropilis*. A mortalidade e a taxa de crescimento de *T. urticae* e seu predador foram avaliadas após a aplicação de: abamectina, clofentezina, fenpropatrina, fenpiroximato, propargito, enxofre e espiromesifeno, nas concentrações recomendadas; óleos de nim (Natuneem e Sempre Verde Killer Neem a 1%); e extratos aquosos a 10% de *Dieffenbachia brasiliensis*, *Annona squamosa*, *Ruta graveolens*, *Agave angustifolia*, *Melia azedarach*, *Sonchus oleraceus*, *Mentha spicata* x *M. suaveolens*, *Allium cepa*, *Laurus nobilis* e *Eucalyptus saligna*. A toxicidade aguda e a influência dos compostos sobre a taxa de crescimento instantâneo dos ácaros foram avaliadas em laboratório. Extratos de *A. cepa*, *A. angustifolia*, produtos à base de óleo de nim, espiromesifeno, propargito, fenpiroximato, abamectina e fenpropatrina causaram mortalidade superior a 83% em *T. urticae*. Extrato de *A. angustifolia*, Natuneem e clofentezina não causaram mortalidade significativa em *P. macropilis*. *Agave angustifolia* e Natuneem não afetaram significativamente a taxa de crescimento deste predador. Propargito, fenpiroximato, abamectina, fenpropatrina, espiromesifeno e extrato de *L. nobilis* afetaram severamente a população de *P. macropilis*.

Termos para indexação: acaricida, ácaro predador, ácaro-rajado, extrato de planta.

Toxicity of synthetic and natural compounds on *Tetranychus urticae* and the predator *Phytoseiulus macropilis*

Abstract – The objective of this work was to evaluate the toxicity of synthetic and natural compounds on *Tetranychus urticae* and the predator *Phytoseiulus macropilis*. Mortality and growth rates of *T. urticae* and its predator were evaluated after applications of: abamectin, clofentezine, fenpropathrin, fenpyroximate, propargite, sulfur and spiromesifen, at their recommended concentrations; neem oils (Natuneem and Sempre Verde Killer Neem at 1%); and aqueous extracts at 10% of *Dieffenbachia brasiliensis*, *Annona squamosa*, *Ruta graveolens*, *Agave angustifolia*, *Melia azedarach*, *Sonchus oleraceus*, *Mentha spicata* x *M. suaveolens*, *Allium cepa*, *Laurus nobilis*, and *Eucalyptus saligna*. The acute toxicity and the influence of the compounds on the instantaneous growth rate of the mites were carried out in laboratory. Extracts of *A. cepa*, *A. angustifolia*, neem oil-based products, spiromesifen, propargite, fenpyroximate, abamectin and fenpropathrin caused mortality higher than 83% on *T. urticae*. Extract of *A. angustifolia*, Natuneem and clofentezine did not cause significant mortality rates on *P. macropilis*. *Agave angustifolia* and Natuneem did not affect significantly the growth rate of this predator. Propargite, fenpyroximate, abamectin, fenpropathrin, spiromesifen and extract of *L. nobilis* severely affected *P. macropilis* population.

Index terms: acaricide, predaceous mite, two-spotted spider mite, plant extract.

Introdução

O ácaro-rajado, *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae), de distribuição cosmopolita, é uma praga importante em diversas culturas no Brasil como morangueiro, feijoeiro, pessegueiro, mamoeiro e ornamentais (Fadini et al., 2006). Em altas infestações, pode causar descoloração de folhas, perda da capacidade fotossintética e, eventualmente, morte de folhas e plantas (Devine et al., 2001). O controle químico tem sido a principal forma de controle do ácaro-rajado. Entre os problemas associados ao uso de acaricidas

sintéticos estão o rápido desenvolvimento de resistência no ácaro-praga (Nicastro et al., 2010) e a elevada mortalidade de inimigos naturais, principalmente de ácaros da família Phytoseiidae (Silva et al., 2006).

Uma alternativa aos acaricidas sintéticos é o emprego de extratos de plantas e produtos derivados de nim, *Azadirachta indica* A. Juss. Nos programas de manejo integrado de pragas, o uso de extratos de plantas pode ser vantajoso em razão de suas propriedades repelentes, compatibilidade com inimigos naturais, curto efeito residual (Chiasson et al., 2004; Bernardi et al., 2010) e baixa toxicidade ao homem (Martinez, 2002;

Venzon et al., 2008). Esses compostos se degradam mais rapidamente do que a maioria dos pesticidas químicos, o que implica em menor probabilidade de desenvolvimento de resistência em artrópodes-praga (Hincapié et al., 2008).

O uso de metabólitos secundários presentes em plantas vem sendo utilizado para o controle de pragas. Diversas substâncias oriundas de produtos intermediários ou finais do metabolismo secundário de plantas – como rotenoides, piretroides, alcaloides e terpenoides – podem interferir severamente no metabolismo de outros organismos e causar impactos variáveis, como repelência, deterrência alimentar e de oviposição, esterilização, bloqueio do metabolismo ou, interferência no desenvolvimento sem necessariamente causar a morte (Larcher, 2000).

Entre os inimigos naturais de ácaros fitófagos, os ácaros predadores da família Phytoseiidae são os mais importantes nas áreas agrícolas, com destaque para algumas espécies de *Phytoseiulus* (Evans), consideradas especialistas na predação de ácaros do gênero *Tetranychus* (Dufour) (Moraes & Flechtman, 2008).

Phytoseiulus macropilis ocorre naturalmente em diversas regiões produtoras de morango no Brasil e apresenta grande eficiência predatória para o controle de ácaro-rajado (Garcia & Chiavegato, 1997). O uso de ácaros predadores, como os da espécie *P. macropilis*, associado ao uso de produtos naturais seletivos pode ser uma alternativa viável para o controle do ácaro-rajado, minimizando os riscos de presença de resíduos de agrotóxicos nos alimentos e impactos ao ambiente.

Os extratos vegetais de *Dieffenbachia brasiliensis*, *Annona squamosa*, *Ruta graveolens*, *Agave angustifolia*, *Melia azedarach*, *Sonchus oleraceus*, *Mentha spicata* x *M. suaveolens*, *Allium cepa*, *Laurus nobilis*, selecionados no presente trabalho, mostraram-se promissores para o controle de *T. urticae* em condições de laboratório (Potenza et al., 1999a, 1999b; Vieira et al., 2006); entretanto, não foram encontrados relatos sobre o efeito desses compostos sobre o ácaro predador *P. macropilis*.

O objetivo deste trabalho foi avaliar a toxicidade de compostos sintéticos e naturais sobre *T. urticae* e seu predador *P. macropilis*.

Material e Métodos

Os experimentos foram realizados no Laboratório de Acarologia, do Instituto Biológico, em Campinas, SP, de março de 2009 a fevereiro de 2011. A população

de *T. urticae* utilizada foi obtida em cultivo comercial de morangueiro, em Monte Alegre do Sul, SP, em 2009. Os ácaros foram mantidos em plantas de feijão-de-porco, *Canavalia ensiformes*, cultivadas em vasos, em câmaras climáticas (BOD) a $25\pm 1^\circ\text{C}$, com umidade relativa (UR) de $70\pm 10\%$ e fotófase de 14 horas (Sato et al., 2007).

O ácaro predador *P. macropilis* foi coletado em cultivo comercial de morangueiro, em Atibaia, SP, em 2008. A metodologia de criação foi baseada em Helle & Sabelis (1985). Os predadores foram mantidos em uma placa de piso vinílico Paviflex, colocada sobre uma camada de espuma de poliuretano Pro Soft de 4 cm de espessura, no interior de uma bandeja de plástico (35 x 40 x 8 cm). Ao redor da placa de piso, foram dispostas tiras de algodão hidrófilo umedecido que formaram uma arena. Adicionou-se água ao fundo da bandeja, para manter a umidade do algodão e impedir a fuga dos ácaros.

No interior da arena, foram dispostas folhas de feijão-de-porco infestadas com ácaro-rajado, para servir de alimento aos predadores. A bandeja com os ácaros foi mantida em câmara climatizada a $25\pm 1^\circ\text{C}$, UR de $70\pm 10\%$ e fotófase de 12 horas.

Os acaricidas sintéticos abamectina, clofentezina, fenpiroximato, fenpropatrina, propargito e enxofre foram testados nas concentrações recomendadas para o controle de *T. urticae*, em morangueiro, no Brasil (Agrofit, 2009). O espiromesifeno foi testado à concentração de 144 mg L^{-1} de i.a. Os produtos à base de óleo de nim (*A. indica*) – Natuneem (Dogneem Produtos Antipragas Naturais, Jaguariúna, SP, Brasil) e Sempre Verde Killer Neem (SVKN) (Bonigo Indústria e Comércio Ltda., Campo Limpo Paulista, SP) foram testados à concentração de 1% (Tabela 1).

Foram utilizadas as espécies vegetais *D. brasiliensis* (comigo-ninguém-pode), *A. squamosa* (fruta-do-conde), *R. graveolens* (arruda), *A. angustifolia* (agave), *M. azedarach* (cinamomo), *S. oleraceus* (serralha), *M. spicata* x *M. suaveolens* (hortelã comum), *A. cepa* (alho) e *L. nobilis* (louro). Para o preparo dos extratos aquosos, o material vegetal (bulbos, no caso de alho, e folhas para os demais tratamentos) foi triturado em liquidificador, com água destilada à proporção de 10% de material vegetal. As coletas do material vegetal e o preparo dos extratos foram realizados em novembro de 2009. Os extratos obtidos foram filtrados

e armazenados em freezer (-20°C), pelo período máximo de 60 dias antes da realização dos bioensaios.

Para a condução dos testes toxicológicos, foram preparadas arenas de folha de feijão-de-porco, tendo-se colocado um disco de folha, com 6 cm de diâmetro, sobre uma camada de algodão hidrófilo umedecido, em uma placa de Petri de 9 cm de diâmetro. Foram preparadas quatro placas por tratamento. Para evitar a fuga dos ácaros, a borda da folha foi coberta com algodão umedecido. Em cada arena, foram colocadas 50 fêmeas adultas de *T. urticae*, com até 48 horas de idade, oriundas da criação estoque, no total de 200 ácaros por tratamento.

A pulverização dos produtos sobre os ácaros foi realizada em torre de Potter (Burkard Scientific, Uxbridge, UK), tendo-se utilizado o volume de calda de 2 mL e pressão de 0,703 kg cm⁻², correspondente a um depósito na folha de aproximadamente 1,5 mg cm⁻² de calda. No tratamento testemunha, foi aplicada apenas água destilada. Após a pulverização, as placas foram mantidas em câmaras climatizadas, a 25±1°C, UR de 70±10% e fotófase de 12 horas.

A mortalidade foi observada 120 horas após a pulverização, com auxílio de um microscópio estereoscópico (40x). Foram considerados mortos

os ácaros que não apresentavam movimento, após serem tocados levemente com pincel de pelo macio, conforme indicações de Sato et al. (2007). Utilizou-se o delineamento experimental inteiramente casualizado, com quatro repetições.

O mesmo procedimento experimental foi adotado para *P. macropilis*, porém com um número menor (5) de ácaros por arena, em 40 placas por tratamento. O número total de ácaros por tratamento foi 200.

O número de tratamentos avaliados para *P. macropilis* foi menor, pois foram testados apenas os compostos que apresentaram eficiência de controle sobre *T. urticae* acima de 50%. Assim, alguns extratos de plantas (cinamomo, arruda, hortelã, fruta-do-conde, comigo-ninguém-pode, serralha, eucalipto) não foram utilizados. Os demais tratamentos (alho, agave, louro, óleos de nim, abamectina, clofentezina, fenpropatrina, fenpiroximato, propargito, enxofre e espiromesifeno) foram testados em *P. macropilis*.

As percentagens de mortalidade para as populações de *T. urticae* e *P. macropilis* foram corrigidas por meio da fórmula de Abbott (Abbott, 1925) e transformadas para arc sem (x/100)^{0.5}. As médias de sobrevivência de ácaros para os diferentes tratamentos, em cada espécie, foram comparadas pelo teste de Tukey, a 5%

Tabela 1. Compostos utilizados para a avaliação da toxicidade e capacidade de reprodução de *Tetranychus urticae* e *Phytoseiulus macropilis*.

Ingrediente ativo	Produto comercial	Formulação	Concentração testada (mg L ⁻¹)	Grupo químico
Abamectina	Vertimec	18 EC	180	Avermectina
Clofentezina	Acaristop	500 SC	2.0001	Tetrazina
Fenpropatrina	Danimen	300 EC	195	Piretroide
Fenpiroximato	Ortus	50 SC	50	Pirazol
Propargito	Acarit	720 EC	216	Sulfito de alquila
Enxofre	Kumulus	800 DF	4.000	Inorgânico
Espiromesifeno	Oberon	240 SC	144	Derivado do ácido tetrônico
Espécie utilizada	Nome comum	Tipo de extrato	Concentração testada (%) ⁽¹⁾	Família botânica
<i>Azadirachta indica</i>	Natuneem	Óleo emulsionado/semente	1	Meliaceae
<i>Azadirachta indica</i>	Sempre Verde Killer Neem	Óleo emulsionado/semente	1	Meliaceae
<i>Dieffenbachia brasiliensis</i>	Comigo ninguém pode	Aquoso/folha	10	Araceae
<i>Annona squamosa</i>	Fruta do conde	Aquoso/folha	10	Annonaceae
<i>Ruta graveolens</i>	Arruda	Aquoso/folha	10	Rutaceae
<i>Agave angustifolia</i>	Agave	Aquoso/folha	10	Agavaceae
<i>Melia azedarach</i>	Cinamomo	Aquoso/folha	10	Meliaceae
<i>Sonchus oleraceus</i>	Serralha	Aquoso/folha	10	Asteraceae
<i>Mentha spicata</i> x <i>M. suaveolens</i>	Hortelã comum	Aquoso/folha	10	Lamiaceae
<i>Allium cepa</i>	Alho	Aquoso/bulbo	10	Alliaceae
<i>Laurus nobilis</i>	Louro	Aquoso/folha	10	Lauraceae
<i>Eucalyptus saligna</i>	Eucalipto	Aquoso/folha	10	Myrtaceae

⁽¹⁾Concentração recomendada em percentagem (v v⁻¹).

de probabilidade. As comparações entre as espécies (*T. urticae* e *P. macropilis*), quanto aos diversos tratamentos, foram realizadas pelo teste t, a 0,1, 1 e 5% de probabilidade.

Para avaliar o efeito dos tratamentos sobre a taxa de crescimento de *P. macropilis*, 30 fêmeas adultas de *T. urticae* (3 a 5 dias de idade) foram colocadas em uma arena de disco de folha de feijão-de-porco por 24 horas (a 25°C). O número de ovos de *T. urticae* por arena foi fixado em 150, tendo-se, removido os ovos excedentes. Em seguida, uma fêmea adulta de *P. macropilis* foi colocada na arena infestada com *T. urticae*. Foram colocados formas ativas e ovos adicionais de *T. urticae*, em cada arena, à medida que foram consumidos.

No caso de *P. macropilis*, os compostos utilizados no estudo sobre o efeito no crescimento populacional dessa espécie se limitaram aos extratos de alho e agave, e óleos de nim (duas formulações), em razão da não utilização de produtos de baixa toxicidade a adultos de *T. urticae* (mortalidade abaixo de 50%). Os acaricidas sintéticos também foram excluídos desses experimentos por causar a mortalidade quase total dos ácaros *P. macropilis* ou *T. urticae* (alimento) nas primeiras 120 horas.

As aplicações dos extratos de plantas e óleos de nim, nas suas respectivas concentrações (Tabela 1), foram realizadas em torre de Potter, conforme descrito anteriormente. As arenas com os ácaros foram mantidas a 25±1°C, UR de 70±10% e 12 horas de fotófase, pelo período de oito dias após o tratamento.

O número total de ácaros *P. macropilis* (ovos, larvas, protoninfas, deutoninfas e adultos) foi contado no oitavo dia após o tratamento. Nesse dia, todas as formas ativas de *P. macropilis* foram contadas e eliminadas das arenas, tendo-se deixado apenas os ovos. Para a avaliação da viabilidade dos ovos, as arenas foram observadas diariamente pelo período adicional de seis dias. Ovos que não deram origem a larvas nesse período foram considerados mortos.

A taxa de crescimento instantâneo (r_i) foi calculada pela seguinte equação: $r_i = \ln(N_f/N_o)/\Delta t$, em que: N_f é o número total de ácaros *P. macropilis*, no oitavo dia após o tratamento; N_o é o número inicial de ácaros colocados nas arenas no início do bioensaio; e Δt é o período em que os ácaros ficaram em contato com o agroquímico (ou duração do experimento) (Stark & Banks, 2003).

Além dos tratamentos com extratos de planta e óleos de nim, também foi incluída uma testemunha, cuja arena foi pulverizada somente com água destilada. Utilizou-se o delineamento experimental inteiramente casualizado, com 20 repetições.

Para avaliar o efeito dos tratamentos sobre a taxa de crescimento instantâneo de *T. urticae*, um bioensaio idêntico ao mencionado acima foi conduzido, tendo-se colocado apenas uma fêmea adulta de *T. urticae* por arena. O experimento também contou com 20 repetições por tratamento e foi conduzido por 10 dias. Observações por um período adicional de seis dias também foram realizadas, para avaliação da viabilidade dos ovos de *T. urticae*. Nos bioensaios de crescimento populacional desse ácaro, não foram incluídos os acaricidas sintéticos.

Dados do número de ovos depositados por fêmea por dia (média durante o período avaliado) e r_i foram transformados para $(x + 0,5)^{0,5}$ e submetidos à ANOVA. A comparação entre as médias dos diferentes tratamentos, para cada espécie, foi feita pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. A comparação do efeito dos produtos entre as espécies de ácaro foi realizada pelo teste t, a 0,1, 1 e 5% de probabilidade.

Resultados e Discussão

Foram observadas diferenças significativas entre os tratamentos quanto à toxicidade sobre *T. urticae*. Os maiores valores de mortalidade (iguais ou superiores a 84%) de *T. urticae*, 120 horas após a aplicação, foram observados nos tratamentos com propargito, abamectina, fenpropatrina, espiromesifeno, fenpiroximato, produtos à base de óleo de nim (Natuneem e SVKN), e extratos de alho e de agave. Eficiência intermediária foi observada no extrato de louro, com mortalidade média de 55%. Os demais tratamentos não diferiram significativamente da testemunha (Tabela 2).

Os resultados do presente trabalho corroboram os obtidos com o uso de extratos de agave sobre larvas de mosquito *Aedes aegypti* (Linnaeus) e *Culex quinquefasciatus* Say (Pizarro et al., 1999).

Com relação à alta efetividade de extrato de alho para o controle de *T. urticae*, pouco se conhece sobre os compostos químicos do alho que poderiam explicar os resultados obtidos no presente trabalho. De acordo com Hincapié et al. (2008), compostos como dimetil trissulfeto e dialil dissulfeto podem ser responsáveis

pelo efeito de repelência aos ácaros, em razão de suas características de volatilidade e forte odor. Vários compostos sulfurados, como as vinilditiínas, encontrados nessa planta, podem estar relacionados à mortalidade dos ácaros tetraniquídeos.

A mortalidade observada no presente trabalho (máximo de 48%), causada pelos extratos naturais (eucalipto, serralha, comigo-ninguém-pode, fruta-do-conde, hortelã, cinamomo e arruda), difere da obtida por Potenza et al. (1999a, 2006) e Vieira et al. (2006), com os mesmos extratos, em que, os autores obtiveram mortalidade acima de 70% para o ácaro-rajado, em condições de laboratório e casa de vegetação.

Uma explicação para essa diferença pode estar relacionada à forma de preparo dos extratos, à espécie da planta (eucalipto) e à concentração utilizada, uma vez que Vieira et al. (2006), utilizaram *E. citriodora* e concentração dos extratos a 20%. Essa diferença pode estar ainda, associada à influência da época de coleta

do material vegetal na composição química dos óleos essenciais (Moraes, 2009).

A mortalidade de 95% observada no ácaro-rajado quando se utilizou Natuneem, foi superior às obtidas por Brito et al. (2006a, 2006b), que relataram taxas de mortalidade de até 56% com o uso do mesmo produto e da mesma concentração. Esse contraste pode estar associado às diferenças na metodologia de aplicação. Esses autores utilizaram testes de contato residual; no presente trabalho, no entanto, a aplicação foi feita por pulverização sobre os ácaros, que permaneceram sobre a superfície da folha tratada.

Alta eficiência de produtos como abamectina e espiromesifeno para o controle de *T. urticae* já havia sido relatada por outros autores (Poletti et al., 2008; Sato et al., 2011). Há, no entanto, relatos de diversas populações resistentes de *T. urticae*, para as quais abamectina não se mostra eficiente (Sato et al., 2007; Nicastro et al., 2010).

Em relação ao ácaro predador *P. macropilis*, na avaliação de 120 horas, foram observadas percentagens iguais ou inferiores a 45% de mortalidade causada pelos extratos naturais (alho, agave e produtos à base de óleo de nim) e por clofentezina e espiromesifeno em testes com ovos. Propargito, fenpiroximato, abamectina, fenpropatrina e extrato natural de louro causaram mortalidade entre 80 e 100%.

Taxas de 100% de mortalidade para *P. macropilis* também foram observadas por outros autores, para os produtos abamectina (Brito et al., 2006a) e fenpropatrina (Poletti et al., 2008). A taxa de mortalidade (25%) de *P. macropilis* causada por Natuneem, no presente trabalho, foi maior do que a observada por Brito et al. (2006b), que foi de 11%.

O produto ovicida clofentezina não causou nenhum dano a *P. macropilis* e pode, portanto, ser utilizado para este ácaro. No entanto, o acaricida espiromesifeno causou inviabilidade em 25% dos ovos de *P. macropilis* e, posteriormente, todas as larvas que eclodiram dos ovos não ultrapassaram o estágio de larva e morreram pela ação do produto químico, o que indica a sensibilidade desse predador a essa molécula química. Embora tenha se mostrado prejudicial a *P. macropilis*, o acaricida espiromesifeno foi praticamente inócuo ao ácaro predador *Neoseiulus californicus* (McGregor) (Sato et al., 2011).

Na comparação do efeito dos compostos sobre as duas espécies de ácaros, os extratos de alho e agave, os

Tabela 2. Percentagem de mortalidade⁽¹⁾ de fêmeas adultas de *Tetranychus urticae* e *Phytoseiulus macropilis* 120 horas após a pulverização de compostos sintéticos e naturais⁽²⁾.

Tratamento	<i>T. urticae</i>	<i>P. macropilis</i>
Testemunha	10,62±0,62a)	3,00±3,00ab
Alho	88,00±3,46de***	30,00±5,77bcd
Agave	84,00±8,45cde**	10,00±5,77abc
Louro	55,00±7,14bcd	80,00±11,54ef
Cinamomo	47,50±9,54abc	-
Arruda	48,00±4,83abc	-
Hortelã	41,50±15,17ab	-
Fruta do conde	34,50±7,23ab	-
Comigo ninguém pode	32,50±12,69ab	-
Serralha	27,50±14,57ab	-
Eucalipto	13,50±1,50a	-
Natuneem ⁽³⁾	95,00±4,36e**	25,00±9,57abcd
SVKN ⁽³⁾	93,00±2,38de***	45,00±5,00cde
Enxofre	23,00±1,00ab*	65,00±9,57de
Propargito	100,00±0,00e	100,00±0,00f
Fenpiroximato	90,00±3,65de*	100,00±0,00f
Abamectina	100,00±0,00e	100,00±0,00f
Fenpropatrina	100,00±0,00e	100,00±0,00f
Espiromesifeno ⁽⁴⁾	98,66±0,82e*	25,00±16,03abcd
Clofentezina ⁽⁴⁾	43,50±12,11ab	0,00±0,00a

⁽¹⁾Mortalidade corrigida pela fórmula de Abbott (1925). ⁽²⁾Médias seguidas de letras iguais, nas colunas, não diferem entre si, pelo teste Tukey, a 5% de probabilidade. ***, ** e *Médias na linha diferem entre si, pelo teste t a 0,1, 1 e 5% de probabilidade, respectivamente. ⁽³⁾Produtos à base de óleo de nim Natuneem e Sempre Verde Killer Neem (SVKN). ⁽⁴⁾Testes toxicológicos com ovos. Total de 200 ácaros testados por tratamento.

produtos à base de óleo de nim (Natuneem e SVKN) e clofentezina foram mais prejudiciais a *T. urticae* do que a *P. macropilis*.

Propargito, abamectina e fenpropatrina foram igualmente prejudiciais para ambas as espécies estudadas, com mortalidade de 100%. O enxofre mostrou-se mais prejudicial a *P. macropilis* (mortalidade de 65%) do que a *T. urticae* (mortalidade de 23%).

A baixa eficiência de enxofre contra *T. urticae* também foi reportada por Sato et al. (2002). Ao contrário do observado em *P. macropilis*, esses autores verificaram que o enxofre era praticamente atóxico ao fitosseídeo *N. californicus* (Sato et al., 2002).

Foram observados efeitos variados dos diferentes compostos sobre as r_i das duas espécies estudadas. Os valores de r_i foram positivos para todos os tratamentos, nas duas espécies estudadas, o que indica que nenhum produto levaria à supressão das populações dos ácaros fitófagos ou predadores (Tabela 3).

As menores taxas de oviposição e de crescimento instantâneo de *T. urticae* foram registradas para os produtos à base de nim (Natuneem e SVKN), extratos de alho, agave e louro, com valores iguais ou inferiores a 1,1 ovo por fêmea por dia, e de 0,12 para r_i . Além dos compostos já mencionados, os extratos de cinamomo e arruda afetaram significativamente a taxa de crescimento de *T. urticae*. Os demais produtos não diferiram significativamente da testemunha (Tabela 3).

Foram observadas diferenças significativas nas taxas de crescimento de *P. macropilis* em relação à testemunha, quando os ácaros receberam pulverização com extrato natural de alho e com o produto SVKN, que levaram a reduções populacionais de 60 e 69,6%, respectivamente. Os tratamentos com extrato natural de agave e Natuneem foram semelhantes à testemunha e não apresentaram influência significativa na taxa de crescimento populacional de *P. macropilis*. Em relação à taxa de oviposição, somente o tratamento com Natuneem foi semelhante à testemunha.

Comparando-se o efeito dos dois óleos à base de nim (Natuneem e SVNK), observou-se que, apesar de não haver diferenças significativas na taxa de crescimento populacional de *T. urticae*, verificaram-se contrastes significativos no crescimento populacional de *P. macropilis*, para as diferentes formulações de nim. A taxa de crescimento do ácaro predador foi 50,7% maior no tratamento com Natuneem do que com SVNK. Essas diferenças entre produtos à base de nim podem estar associadas às variações na composição desses produtos. O teor de azadiractina pode variar de acordo com a parte da planta utilizada para extração e do método de extração. A não padronização no teor de azadiractina em formulações comerciais de nim, no Brasil, pode afetar os programas de manejo integrado de pragas, uma vez que a concentração recomendada pelos fabricantes, geralmente, é a mesma e corresponde a 1% (Brito et al., 2006a). Contrastes entre formulações

Tabela 3. Número de ovos depositados por fêmea por dia e taxa de crescimento instantâneo (r_i) de *Tetranychus urticae* e *Phytoseiulus macropilis*, tratados com extratos naturais e óleos de nim⁽¹⁾.

Tratamento	Nº de ovos por fêmea por dia		r_i	
	<i>T. urticae</i>	<i>P. macropilis</i>	<i>T. urticae</i>	<i>P. macropilis</i>
Testemunha	5,890±7,089de***	2,41±1,398d	0,397±0,017e	0,372±0,008c
Alho	0,435±1,183a	0,99±1,341ab	0,094±0,012ab	0,269±0,019ab***
Agave	0,715±3,842a	1,58±1,291bc	0,120±0,030ab	0,324±0,011bc***
Louro	1,100±5,850a	-	0,100±0,016ab	-
Cinamomo	2,510±4,457abc	-	0,263±0,024cd	-
Arruda	1,950±4,459ab	-	0,175±0,031bc	-
Hortelã	3,720±6,936bcd	-	0,295±0,032cde	-
Fruta do conde	5,840±10,635de	-	0,340±0,041de	-
Comigo ninguém pode	3,610±8,039bcd	-	0,292±0,041cde	-
Serralha	4,790±5,189cde	-	0,365±0,020de	-
Eucalipto	6,865±6,689e	-	0,415±0,014e	-
Natuneem ⁽²⁾	0,650±0,289a	1,92±1,297cd***	0,028±0,017a	0,345±0,011c***
SVKN ⁽²⁾	0,100±0,149a	0,66±1,229a**	0,024±0,007a	0,229±0,025a***

⁽¹⁾Médias seguidas de letras iguais, nas colunas, não diferem entre si, pelo teste Tukey, a 5% de probabilidade. ***, ** e * Médias na linha diferem entre si, pelo teste t a 0,1, 1 e 5% de probabilidade, respectivamente. ⁽²⁾Produtos à base de óleo de nim Natuneem e Sempre Verde Killer Neem (SVKN). Média de 20 repetições.

de nim, quanto ao efeito tóxico sobre ácaros predadores (Phytoseiidae) e *T. urticae*, também foram mencionados por Brito et al. (2006a).

Observa-se, no tratamento testemunha, pela taxa de oviposição das duas espécies, uma capacidade maior de oviposição do *T. urticae*, que foi 44% maior que de *P. macropilis*. No entanto, quando foram utilizados os produtos à base de óleo de nim, o índice de oviposição do predador passou a ser significativamente maior do que o da praga, o que indica maior influência desses compostos sobre a oviposição do *T. urticae*.

Tanto os extratos de alho e agave, como os produtos à base de óleo de nim, foram mais prejudiciais a *T. urticae* do que ao predador *P. macropilis*, com diferenças significativas entre as taxas de crescimento, o que indica que o uso desses compostos, em associação com o ácaro predador, pode ser útil em programas de manejo de *T. urticae*.

O uso desses produtos pode ser vantajoso em áreas (ou períodos) com baixas infestações naturais de predadores dessa espécie ou em cultivos em que a liberação dos predadores se mostrou insuficiente para impedir o crescimento populacional da praga. Nesse caso, os extratos vegetais ou produtos à base de nim podem favorecer o controle da praga e evitar os elevados prejuízos que poderiam ser causados por *T. urticae* em altas infestações, em culturas como morangueiro e de plantas ornamentais.

Sato et al. (2007) relataram resultados promissores com o uso de ácaros predadores da espécie *N. californicus*, em associação com acaricidas seletivos, como propargito, para o manejo de *T. urticae* em morangueiro. Algumas vantagens do uso de *P. macropilis*, em associação com extratos de alho ou óleos de nim seriam: maior facilidade de manejo da praga, pois o período de carência é desnecessário para esses produtos (Bernardi et al., 2010); possibilidade de uso de extratos vegetais e nim em cultivos orgânicos; menor risco de intoxicação dos agricultores ou presença de resíduos tóxicos em frutos (Venzon et al., 2008); maior efetividade de *P. macropilis*, em condições de grande infestação de *T. urticae* (Sato et al., 2007).

Conclusões

1. Extratos de alho, agave, produtos à base de óleo de nim (Natuneem e SVKN), espiromesifeno, propargito,

fenpiroximato, abamectina e fenpropatrina reduzem a sobrevivência de *Tetranychus urticae*.

2. Propargito, fenpiroximato, abamectina, fenpropatrina, espiromesifeno e extrato de louro reduzem a população de *Phytoseiulus macropilis*.

3. Agave e Natuneem não afetam o crescimento populacional do predador *P. macropilis*.

4. Extratos de alho e agave e óleos de nim (Natuneem e SVKN) são mais prejudiciais a *T. urticae* do que a *P. macropilis*.

Agradecimentos

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo, pelo suporte financeiro; ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, pela concessão de bolsas; ao Dr. Marcos Roberto Potenza, do Instituto Biológico de São Paulo, pelo auxílio na preparação dos extratos vegetais; ao Dr. Jeferson Luiz de Carvalho Mineiro, pela identificação das espécies de ácaro estudadas.

Referências

- ABBOTT, W.S. A method of computing the effectiveness of an insecticide. **Journal of Economic Entomology**, v.18, p.265-267, 1925.
- AGROFIT. Sistema de agrotóxicos fitossanitários, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Disponível em: <http://extranet.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons>. Acesso em: 04 jan. 2009.
- BERNARDI, D.; BOTTON, M.; CUNHA, U. da S.; NAVA, D.E.; GARCIA, M.S. **Bioecologia, monitoramento e controle do ácaro-rajado com o emprego da azadiractina e ácaros predadores na cultura do morangueiro**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2010. 8p. (Embrapa Uva e Vinho. Circular técnica, 83).
- BRITO, H.M.; GONDIM JUNIOR, M.G.C.; OLIVEIRA, J.V. de; CÂMARA, C.A.G. da. Toxicidade de formulações de nim (*Azadirachta indica* A. Juss.) ao ácaro-rajado e a *Euseius alatus* De Leon e *Phytoseiulus macropilis* (Banks) (Acari: Phytoseiidae). **Neotropical Entomology**, v.35, p.500-505, 2006a.
- BRITO, H.M.; GONDIM JÚNIOR, M.G.C.; OLIVEIRA, J.V. de; CÂMARA, C.A.G. da. Toxicidade de Natuneem sobre *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) e ácaros predadores da família Phytoseiidae. **Ciência e Agrotecnologia**, v.30, p.685-691, 2006b.
- CHIASSEON, H.; BOSTANIAN, N.J.; VINCENT, C. Acaricidal properties of a *Chenopodium*-based botanical. **Journal of Economic Entomology**, v.97, p.1373-1377, 2004.
- DEVINE, G.J.; BARBER, M.; DENHOLM, I. Incidence and inheritance of resistance to METI-acaricides in European strains

- of the two-spotted spider mite (*Tetranychus urticae*) (Acari: Tetranychidae). **Pest Management Science**, v.57, p.443-448, 2001.
- FADINI, M.A.M.; VENZON, M.; OLIVEIRA, H.G.; PALLINI, A. Manejo integrado das principais pragas do morangueiro. In: CARVALHO, S.P. de (Coord.). **Boletim do morango**: cultivo convencional, segurança alimentar, cultivo orgânico. Belo Horizonte: FAEMG, 2006. p.81-95.
- GARCIA, I.P.; CHIAVEGATO, L.G. Respostas funcional e reprodutiva de *Phytoseiulus macropilis* (Banks, 1905) (Acari: Phytoseiidae) a diferentes densidades de ovos de *Tetranychus urticae* (Koch, 1836) (Acari: Tetranychidae). **Científica**, v.25, p.35-43, 1997.
- HELLE, W.; SABELIS, M.W. **Spider mites**: their biology, natural enemies and control. Amsterdam: Elsevier, 1985. v.1B, 428p.
- HINCAPIÉ, C.A.; LÓPEZ, G.E.; TORRES, R. Comparison and characterization of garlic (*Allium sativum* L.) bulbs extracts and their effect on mortality and repellency of *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae). **Chilean Journal of Agricultural Research**, v.68, p.317-327, 2008.
- LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. São Carlos: Rima, 2000. 531p.
- MARTINEZ, S.S. (Ed.). **O nim: *Azadirachta indica***: natureza, usos múltiplos, produção. Londrina: IAPAR, 2002. 142p.
- MORAES, G.J. de; FLECHTMANN, C.H.W. **Manual de acarologia**: acarologia básica e ácaros de plantas cultivadas no Brasil. Ribeirão Preto: Holos, 2008. 308p.
- MORAIS, L.A.S. de. Influência dos fatores abióticos na composição química dos óleos essenciais. **Horticultura Brasileira**, v.27, p.4050-4063, 2009. Suplemento.
- NICASTRO, R.L.; SATO, M.E.; SILVA, M.Z. da. Milbemectin resistance in *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae): selection, stability and cross-resistance to abamectin. **Experimental and Applied Acarology**, v.50, p.231-241, 2010.
- PIZARRO, A.P.B.; OLIVEIRA FILHO, A.M.; PARENTE, J.P.; MELO, M.T.V.; SANTOS, C.E. dos; LIMA, P.R. O aproveitamento do resíduo da indústria do sisal no controle de larvas de mosquito. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, v.32, p.23-29, 1999.
- POLETTI, M.; COLLETTE, L. de P.; OMOTO, C. Compatibilidade de agrotóxicos com os ácaros predadores *Neoseiulus californicus* (McGregor) e *Phytoseiulus macropilis* (Banks) (Acari: Phytoseiidae). **BioAssay**, v.3, p.1-14, 2008.
- POTENZA, M.R.; GOMES, R.C.O.; JOCYS, T.; TAKEMATSU, A.P.; RAMOS, A.C.O. Avaliação de produtos naturais para o controle do ácaro rajado *Tetranychus urticae* (Koch, 1836) (Acari: Tetranychidae) em casa de vegetação. **Arquivos do Instituto Biológico**, v.73, p.455-459, 2006.
- POTENZA, M.R.; TAKEMATSU, A.P.; BENEDICTO, L.H. Avaliação do controle de *Tetranychus urticae* (Koch, 1836) (Acari: Tetranychidae) através de extratos vegetais, em laboratório. **Arquivos do Instituto Biológico**, v.66, p.91-97, 1999a.
- POTENZA, M.R.; TAKEMATSU, A.P.; SIVIERI, A.P.; SATO, M.E.; PASSEROTTI, C.M. Efeito acaricida de alguns extratos vegetais sobre *Tetranychus urticae* (Koch, 1836) (Acari: Tetranychidae) em laboratório. **Arquivos do Instituto Biológico**, v.66, p.31-37, 1999b.
- SATO, M.E.; SILVA, M. da; GONÇALVES, L.R.; SOUZA FILHO, M.F. de; RAGA, A. Toxicidade diferencial de agroquímicos a *Neoseiulus californicus* (McGregor) (Acari: Phytoseiidae) e *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) em morangueiro. **Neotropical Entomology**, v.31, p.449-456, 2002.
- SATO, M.E.; SILVA, M.Z. da; RAGA, A.; CANGANI, K.G.; VERONEZ, B.; NICASTRO, R.L. Spiromesifen toxicity to the spider mite *Tetranychus urticae* and selectivity to the predator *Neoseiulus californicus*. **Phytoparasitica**, v.39, p.437-445, 2011.
- SATO, M.E.; SILVA, M.Z. da; SOUZA FILHO, M.F. de; MATIOLI, A.L.; RAGA, A. Management of *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) in strawberry fields with *Neoseiulus californicus* (Acari: Phytoseiidae) and acaricides. **Experimental and Applied Acarology**, v.42, p.107-120, 2007.
- SILVA, F.R. da; VASCONCELOS, G.J.N. de; GONDIM JÚNIOR, M.G.C.; OLIVEIRA, J.V. de. Toxicidade de acaricidas para ovos e fêmeas adultas de *Euseius alatus* Deleon (Acari: Phytoseiidae). **Caatinga**, v.19, p.294-303, 2006.
- STARK, J.D.; BANKS, J.E. Population-level effects of pesticides and other toxicants on arthropods. **Annual Review of Entomology**, v.48, p.505-519, 2003.
- VENZON, M.; ROSADO, M.C.; MOLINA-RUGAMA, A.J.; DUARTE, V.S.; DIAS, R.; PALLINI, A. Acaricidal efficacy of neem against *Polyphagotarsonemus latus* (Banks) (Acari: Tarsonemidae). **Crop Protection**, v.27, p.869-872, 2008.
- VIEIRA, M.R.; SACRAMENTO, L.V.S.; FURLAN, L.O.; FIGUEIRA, J.C.; ROCHA, A.B.O. Efeito acaricida de extratos vegetais sobre fêmeas de *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae). **Revista Brasileira de Plantas Medicinais**, v.8, p.210-217, 2006.

Recebido em 30 de maio de 2011 e aprovado em 19 de março de 2012